

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ СВЧ РАЗРЯДА В ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДАХ

## RESEARCH OF PRODUCTS OF MICROWAVE DISCHARGE IN LIQUID HYDROCARBONS

Лебедев Ю.А., Аверин К.А., Иванов А.О., Борисов Р. С., Гарифуллин А.Р.

Lebedev Yu.A., Averin K.A., Ivanov A.O., Borisov R.S., Garifullin A.R.

*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН*

*Россия, 119991, Москва, Ленинский проспект, 29*

[lebedev@ips.ac.ru](mailto:lebedev@ips.ac.ru)

Представлены результаты исследования твердофазных продуктов СВЧ разряда в широком наборе жидких углеводородах (метод ЯМР  $^{13}\text{C}$ ) и жидких углеводородов после создания в них СВЧ разряда (метод ГХ-МС).

The results of the study of solid state products of microwave discharge in wide spectra of liquid hydrocarbons ( $^{13}\text{C}$ -NMR method) are described as well as results of study liquid hydrocarbons after creating therein the microwave discharge (GC-MS method).

Работа продолжает цикл исследований СВЧ разрядов в жидких углеводородах [1-4]. Представлены результаты изучения твердо- и жидкофазных продуктов плазмохимических реакций в СВЧ-разряде в жидких углеводородах класса алканов, алкенов, циклоалканов, ароматических соединений. Используемая установка описанна в [1].

Твердофазные продукты исследовались методом ЯМР  $^{13}\text{C}$  на приборе марки Varian Unity AS 500. Анализ показал, что часть образцов содержит алифатическую фазу (пики в интервале 13-31 м.д.), что свидетельствует о неполном переходе жидкого углеводорода в твердые углеродные частицы. Другая часть образцов содержит один пологий пик в интервале 110-142 м.д., что свидетельствует о полном превращении жидкого исходного вещества в твердый сажевый продукт. При обработке в СВЧ плазме вязких углеводородов (масла, тяжелые продукты нефтепереработки) на конце антенны образуется объемная углеродсодержащая структура [1,4].

Жидкофазные продукты исследовались методом газовой хроматографии с масс-спектрометром на приборе Thermo DSQ II. Анализ состава *n*-гептана до и после обработки СВЧ плазмой показал, что изменений в составе углеводорода не наблюдается. При концентрировании пробы путем выпаривания обработанного углеводорода удастся обнаружить ряд ароматических веществ [3,4].

### ЛИТЕРАТУРА

1. К.А. Аверин, Ю. А. Лебедев, В. А. Шахатов. *Прикладная физика*, **2** (2016) 41.
2. Ю. А. Лебедев, В. С. Константинов, М. Ю. Яблоков, А. Н. Щеголихин, Н. М. Сурин, *Химия высоких энергий*, 2014, **48** (2014) 496.
3. Yu. A. Lebedev, I. L. Epstein, V. A. Shakhmatov, E. V. Yusupova, and V. S. Konstantinov, *High Temperature*, **52** (2014) 319.
4. Konstantin A. Averin, Yuri A. Lebedev, Alexander N. Shchegolikhin, Michael Yu. Yablokov. *Plasma processes and polymers*, 2017. DOI 10.1002/ppap.20160022